

Pensamiento matemático avanzado

RESULTADOS DE UN MODELO INTEGRADOR PARA ARTICULAR MATEMÁTICA CON OTRAS DISCIPLINAS DE LA CARRERA DE GEOLOGÍA

Lidia B. Esper, María del C. Pérez Carmona, B. Tannuré Godward, H. F. Maldonado

Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, UN. Argentina.

lisper@yahoo.com.ar, macapeca2007@gmail.com

Resumen

Se llevó a cabo una investigación para contribuir a la articulación horizontal y vertical entre las asignaturas de la carrera de Geología. En base a los resultados obtenidos, se hizo un seguimiento de los estudiantes que cursaron la asignatura de manera tradicional y los involucrados en la experiencia, para analizar si de algún modo habían mejorado sus concepciones sobre la ciencia. Los resultados muestran las diversas facetas para las que se han producido cambios en el sentido deseado en los dos grupos, pero ponen de manifiesto también la existencia de algunos núcleos de dificultad que todavía no han podido superar.

Introducción

En las tareas docentes resulta habitual planificar un curso observando el programa y distribuyendo los temas teóricos, casi siempre en forma lineal, y de acuerdo a estos, los ejercicios prácticos correspondientes. Estos ejercicios, calificados o no, no tienen para el estudiante otra motivación que la de adquirir destrezas que le permitan aprobar la asignatura.

A su vez para el docente, estos ejercicios son simples aproximaciones, de nivel cada vez más exigentes, que culminan en los ejercicios de examen. Finalmente, el docente da por cumplida su labor con la clasificación del alumnado en aprobados y no aprobados.

Parecería que, al menos en las experiencias tradicionales, el objetivo de lograr la motivación, la creatividad, la experimentación, y el placer de descubrir uno mismo, nada tiene que ver con el otro objetivo que consiste simplemente en saber quiénes están en condiciones de aprobar el curso, al haber logrado el adiestramiento necesario.

La investigación sobre la enseñanza-aprendizaje de la Matemática y de la Física, nos muestran que en las situaciones de aprendizaje los profesores nos basamos en las ideas de los alumnos y en nuestras propias construcciones de explicaciones, modelos, argumentos y evaluaciones para lograr un “buen” aprendizaje. Por otro lado, parece que se necesita un equilibrio entre el tiempo y el esfuerzo asignados a las habilidades de los alumnos para la indagación, el tiempo y el esfuerzo dedicados a sus habilidades de argumentación (Gil y Carrascosa, 1994).

En las curriculas de ciencias, las estrategias de reforma de la educación científica consisten en llevar a cabo un enfoque práctico tendiente a perfeccionar las habilidades de los estudiantes para la indagación. Pero se olvidan del razonamiento contextualizado y las habilidades de comunicación necesarias para entrelazar conjunta y coherentemente las pretensiones de conocimientos de la ciencia (Kunt, 1993).

Estas curriculas universitarias deberían tener en cuenta que la Universidad ha de suministrar al estudiante los conocimientos que en su vida profesional le van a exigir. En consecuencia, los programas han de adaptarse a las necesidades actuales de la sociedad. Es necesario tener en cuenta, además, que la formación del universitario ha de ser científica, no limitándose a una simple exposición de contenidos.

Sumado a todo esto, las estrategias que se proponen a los estudiantes para aprender, no logran despertar su interés y entusiasmo en forma suficiente. Si se desea formar futuros profesionales capaces de asumir el compromiso de desarrollar tareas creativas e innovadoras, es preciso no tan solo instrumentar mecanismos de enseñanza que garanticen algo más que la sola transmisión de conceptos y métodos, sino también actitudes de cooperación, dedicación, voluntad de trabajo, buena disposición para responder a estímulos, afán de superación, etc.

Por esta razón es conveniente que al seleccionar estrategias o situaciones problemáticas, se tenga en cuenta también aquellas que favorezcan la motivación y el desarrollo de la creatividad, ya que el trabajo con los contenidos científicos es una ocasión propicia para ello y de este modo contribuiría a facilitar el aprendizaje (Esper y otros, 2002).

Los alumnos, del ciclo básico, manifiestan año a año su inquietud acerca de la utilidad de la Matemática en la carrera. En el afán de los docentes por explicarle su aplicabilidad surgió en el aula el desafío de contrastar lo estudiado con las disciplinas propias de la carrera.

Se propuso como iniciativa, realizar una búsqueda bibliográfica para seleccionar temas de Geología donde vieran reflejado la intervención de la Matemática. No todos los alumnos respondieron de la misma manera, solo un grupo se aboco a la tarea designada. Este grupo seleccionó los siguientes temas, en los cuales vieron la necesidad de utilizar Física: a) *Localización de eventos sísmicos*, a través de este problema, el alumno reconoce las nociones de sistema cartesiano ortogonal de coordenadas, ubicación de puntos y escalas en el plano, noción de circunferencia, intersección de circunferencia, recta que pasa por dos puntos, intersección de rectas, recta perpendicular a una dada que pasa por un punto fijo, distancia entre puntos y resolución de sistemas de ecuaciones; b) *Cálculo de volumen de minerales en un yacimiento*, en esta situación problemática, el alumno reconoce las nociones de sistema cartesiano ortogonal de coordenadas, distancia entre puntos, relaciones trigonométricas y geométricas; c) *Análisis de la dimensión fractal de espesores de un perfil*, a través de este problema, el alumno utiliza los conceptos de noción de frecuencia acumulada, diagrama de dispersión, recta de regresión, pendiente, coeficiente de correlación y dimensión fractal y d) *Sondeo eléctrico vertical*, donde el alumno reconoce

las nociones de proporcionalidad, interpretación de gráficas logarítmicas y decimales, circuitos eléctricos y la ley de Ohm.

Este enfoque dio lugar a un trabajo desde un plano innovador e interdisciplinario, que permite la construcción de escenarios que harán significativas las ciencias básicas, como lo demandan curricula profesionales específicas (Martínez Luaces y Suárez, 2000).

Marco teórico

Con este trabajo intentamos mostrar la relación y/o integración de dos significados actuales: a) la construcción del significado y el papel del contenido; que parte de la idea que el conocimiento es un conjunto de experiencias cognitivas y psicomotoras que contribuyen a engrandecer al individuo en la cual la Teoría del Aprendizaje Significativo es parte integrante (Novak, 1988; Ausubel, 1978; Moreira, 1990); y b) la integración de lo individual y social que propone la integración del individuo como ser racional dentro de un contexto social (Vygotsky, 1989). Se considera la ciencia como una construcción humana y el aprendizaje es considerado como un proceso de elaboración colectiva en el que se confrontan ideas, se intercambian argumentaciones, se negocian y consensuan significados (Vygotsky, op.cit.). Como Vygotsky, Ausubel señala que la reestructuración que se produce debido a la interacción entre la organización del conocimiento y la nueva información no se da espontáneamente sino que se necesita de una instrucción formalmente establecida. Resalta el rol de guía del profesor como facilitador del aprendizaje, en contraposición a las adquisiciones dispersas del trabajo autónomo.

Según Gagné (1977), las variables externas no pueden ejercer efectos sin que existan en el alumno ciertos estados resultantes de la motivación, del aprendizaje previo y del desarrollo.

Tampoco las capacidades internas por si mismas pueden generar el aprendizaje sin la estimulación proporcionada por eventos externos.

Enmarcadas en este enfoque, es innegable entonces que se debe considerar al estudiante como protagonista de su propio aprendizaje, en un proceso de elaboración colectiva en donde tenga la oportunidad de participar, colaborar, discutir y defender sus propias ideas.

Metodología

Con el objeto de investigar si mediante la aplicación de un modelo integrador, los alumnos tienen un cambio de actitudes hacia las ciencias, se trabajó con un grupo de 20 estudiantes de la carrera de Geología; dividiendo al grupo en dos subgrupos G1 y G2.

G1 trabajó tan solo de manera tradicional, resolviendo los problemas de los trabajos prácticos y G2 resolvió los mismos problemas, más otros aplicados en diferentes contextos. Los días que se reunían los profesores con cada grupo se registraban los modos de actuar de los estudiantes, lo cual permitió realizar una categorización en la Resolución de Problemas y los logros de los estudiantes.

Se presentan los resultados obtenidos de la aplicación y análisis de algunas situaciones problemáticas, con la perspectiva de que sean motivadoras para los alumnos, mediante las cuales se pretendían investigar los intereses e inquietudes que existían en los dos grupos de trabajo.

Presentación de la información

Se desarrolló un análisis del tipo interpretativo (Erickson, 1989; García, 1992) sobre los datos textuales, recogidos en las entrevistas realizadas a los alumnos en los dos grupos. El proceso de análisis se desarrolló en las siguientes etapas:

- 1º: Planteo de las situaciones problemáticas,
- 2º: Lectura de las interpretaciones completas,
- 3º: Segmentación y codificación de los planteos,
- 4º: Formulación de conclusiones preliminares,
- 5º: Reducción de datos, identificación de categorías comparables en el discurso de ambos grupos.

El proceso de categorización está parcialmente definido en los lineamientos generales, y basándose en un trabajo de Llonch y otros (1998) el mismo fue parcialmente modificado durante el análisis interpretativo de los planteos realizados, para tener en cuenta los rasgos específicos identificados.

Las categorías en la Resolución de Problemas, identificadas en ambos grupos de trabajo, fueron organizadas de la siguiente manera:

Categoría I

Contenidos Conceptuales: se tuvo en cuenta si los alumnos tienen una buena interpretación teórica de los temas que se están analizando.

Categoría II

Contenidos Procedimentales: se observó la autonomía de los alumnos en la interpretación de los problemas.

Categoría III

Contenidos Actitudinales: se consideraron las expectativas ante el trabajo experimental y grupal.

Categoría IV

Modelización: se tuvo en cuenta si los alumnos hicieron un adecuado recorte para modelizar y resolver la situación.

Categoría V

Estrategias: se consideró los caminos alternativos para conseguir la comprensión, análisis y resolución de las situaciones problemáticas planteadas.

Análisis y discusión de los resultados

Las categorías se establecieron a partir de un análisis global de los resultados de las entrevistas y se basó en la exploración de las respuestas dadas por los alumnos de ambos grupos.

Para cada una de las categorías se transcriben expresiones vertidas por los entrevistados donde las mismas fueron identificadas.

	Grupo 1	Grupo 2
Conceptual	“...son problemas sin datos, es imposible resolverlos” “...están todos los temas mezclados, hay fórmulas que no nos acordamos” “...eso no hemos visto en teoría”	“... permite entender más la teoría” “... permite relacionar diferentes conceptos matemáticos aplicados en distintas disciplinas” “... razonamos más”
Procedimental	¿“...por donde comenzamos a resolver el problema, no entiendo?” “... no tenemos las fórmulas para resolver esto” “.. esto no vimos en la teoría ”	“...recién ahora entendemos cómo se comienza a resolver un problema” “... ya no importa tanto las fórmulas, primero trato de entender y después veo que formulas puedo aplicar” “.. lo podemos resolver de varias maneras”
Actitudinal	¿“...va a tomar evaluativo de esto?” ¿“... es obligación que lo hagamos...?” “...no sé.. como no lo entiendo, me da vergüenza preguntar, a lo mejor pregunto cosas tontas”	“... se trabaja cómodo sin presiones” “... nos estamos conociendo más, discutimos y podemos decir lo que no entendemos con más confianza” “... nos relacionamos con docentes de los ciclos superiores... son rebuenos”.
Modelización	“...los físicos cuando algo no les sale modelizan”.	“...en un problema podemos ver varios temas distintos, hay que interpretar la situación”
Estrategias	“...nos faltan datos, imposible, no entendemos...” “... ya lo leí más de tres veces, y subrayé lo más importante pero	“...ya nos hemos dado cuenta, no podemos así resolver problemas con muchas variables” “...sí, debemos mantener

	siguen sin entender el problema” “...no repase la teoría antes del práctico”	constante algunas variables para poder trabajar con las otras” “...podemos utilizar otros métodos ya vistos para su resolución” “...con la PC o calculadora es mucho más fácil...”
--	---	--

En el G1 algunos alumnos manifiestan explícitamente que les cuesta “ver” solos el problema, el producir respuestas sin la ayuda del profesor, es una dificultad que aún no pueden superar.

Son responsables y estudiosos pero esperan que el docente sea el responsable de su aprendizaje, que les suministre toda la información, no buscan en los libros o en cualquier otro medio la información que sea relevante para entender la situación problemática en cuestión.

El grupo piloto (G2) sigue buscando información adicional en el momento de resolver un problema, información que les resulta muy natural por ejemplo, extraer de un libro, no esperan que el profesor le suministre siempre toda la información. Lo que parece más importante en el comportamiento de estos jóvenes es el cambio de actitud, se sienten involucrados en su aprendizaje.

Demandan la atención del profesor permanentemente, pero no para que el docente les resuelva los problemas, sino para evacuar dudas y constatar sus visiones alternativas, sus propios razonamientos.

Si bien se hizo un seguimiento de los dos grupos de trabajo, la muestra (pequeña) puede parecer poco significativa estadísticamente, pero los datos obtenidos durante el mismo dan elementos de juicio prometedores que nos motivan a seguir trabajando, aplicando esta alternativa didáctica con otras situaciones problemáticas.

En G1 hay una notoria ausencia de hipótesis de trabajo y no tienen en cuenta las relaciones entre magnitudes relevantes. En muy pocos casos se acompañan las relaciones propuestas con una explicación del significado de las mismas. La mayoría de los alumnos hacen una utilización rígida de los conceptos y principios fundamentales, lo que los lleva a desarrollar fijaciones funcionales respecto a las estrategias, a las formulas, como consecuencia de asignar carácter general a estructuraciones de validez limitada.

Se observa una fuerte tendencia hacia el aspecto algebraico, esto conlleva la ausencia de reflexiones de tipo conceptual y de algunas habilidades de trasposición entre los distintos lenguajes.

Dos de los alumnos de G2, superan el nivel de información, lo cual da cuenta de un aprendizaje significativo.

Es importante mencionar que en los dos grupos en general, los alumnos son responsables, con un buen rendimiento académico.

Conclusión

Con los dos grupos la interacción docente-alumno fue fluida y el clima del aula contribuyó a que los alumnos, según sus propias palabras “se sientan bien, cómodos”.

Lo que no se puede asegurar es, si la aplicación de esta experiencia será tan relevante con otros grupos de alumnos. La duda radica en el hecho de que estos dos grupos demandan con sus interrogantes y razonamientos un gran esfuerzo en el profesor que constantemente debe suministrarles información, que para ellos, sea relevante. Sin embargo, por experiencias en el aula adquirida, se sabe que muchos grupos son apáticos, buscan realizar el menor esfuerzo posible y su único objetivo es aprobar la asignatura.

Esta experiencia resultó importante desde el punto de vista didáctico ya que, el docente puede mantener un rol de orientador y guía, mientras que, es el alumno el que construye su conocimiento, que al ser dinámico e integrado, se traduce en aprendizaje significativo; estimula la originalidad, la creatividad y la reflexión sobre los contenidos a aprender.

La experiencia, focalizada desde un plano innovador e interdisciplinario, permite la construcción de escenarios que harán significativas la aplicación de la Matemática y la Física que demandan currículas profesionales específicas. Privilegia las competencias endógenas y las aptitudes que habilitan para continuar aprendiendo mucho más que la entrega de contenidos puntuales, además intenta realizar un aporte a la formación del espíritu investigativo y cooperativo. Los estudiantes fueron capaces de comunicarse entre pares y con profesores, identificar problemas, buscar información pertinente; optar con racionalidad entre alternativas, trabajar en equipo y lograr un cambio de actitud, se sintieron involucrados en su aprendizaje.

Se mejoró algunas habilidades lingüísticas (por ejemplo, la capacidad de expresar claramente las ideas por escrito y la de comprender el lenguaje simbólico) y habilidades de interpretación y traducción entre diferentes formas de expresión (por ejemplo la capacidad del lenguaje verbal al gráfico, y del lenguaje gráfico al matemático, así como la capacidad de realizar análisis crítico de la situación planteada)

Se considera que las actividades propuestas resultaron motivadoras para los alumnos y docentes participantes en la experiencia.

Agradecimientos

Se agradece la invalorable ayuda de los docentes de la cátedra de Hidrogeología - Combustible, de la cátedra de Geología de Minas, y de la cátedra de Geología para Ingenieros de la Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L de la UNT.

Referencias bibliográficas

Ausubel, D. 1978. *Sicología Educativa, un punto de vista cognoscitivo*. México: ED. Trillas.

Esper, L.; Pérez Carmona, M.C.; d'Hiriart, J. de Paul, M.; Centeno Burgos, H.; Odstcil, C.; Décima, M.F. (2002): Un modelo integrador entre Matemática, Física y Geología. En: Cabaleri N., Cingolani, C.A., Linares, E., López de Luchi, M.G., Otera, H.A. y Panarello, H.O. (eds). *Actas del XV Congreso Geológico Argentino*.

Erickson, F. (1989): Métodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza, En Wittrock, M.C, *La investigación de la enseñanza*. Madrid: Paidós-MEC

Gagné, R.M. (1977). Analysis of objectives. En L.J. Briggs (Ed.) *Instructional Design. Englewood Cliffs: Educational Technology*. Chicago, University of Chicago Press.

García, C. M. 1992: La investigación sobre la formación del profesorado. *Métodos de investigación y análisis de datos*. Buenos Aires: Editorial Cincel.

Gil, D. y Carrascosa, J. (1994). Bringing pupil's learning closer to a scientific construction of knowledge: A permanent feature in innovation in science teaching, *Science Education*, 78, p. 3-36

Kunt, D. (1993) Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77, 319-337.

Llonch, E.; Sánchez, P., Massa, M. (1998). Los problemas según dos grupos de expertos. *Memorias del 4º Simposio de Investigadores en Educación en Física*, La Plata, Argentina, pp. 239-246.

Martínez Luaces, V. y Suárez MA. (2000) La Enseñanza de la Matemática en la Educación Superior. *Memorias del IV Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Matemática para Ingeniería y Arquitectura. La Habana, Cuba*.(CD)

Moreira, M.A. (1990). *Pesquisa em Ensino-Aspectos metodológicos e referencias teóricos*, Sao Paulo: Ed. Ped. Univ.

Novak, J., 1988. Constructivismo humano: un consenso emergente. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 6 (3).

Vygotsky, L.S. (1989). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Editorial Crítica.